

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 2 日
Date of Application:

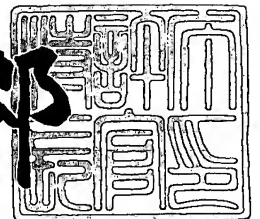
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 2 6 2 7 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 2 6 2 7 5]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 3 8 0 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J01385

【提出日】 平成14年 8月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 1/08

【発明の名称】 マスクパターンおよびそれを用いたレジストパターンの
形成方法

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株
式会社内

【氏名】 小林 慎司

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100065248

【弁理士】

【氏名又は名称】 野河 信太郎

【電話番号】 06-6365-0718

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014203

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208452

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マスクパターンおよびそれを用いたレジストパターンの形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 多重露光で同一のパターンピッチを有するレジストパターンを半導体ウェハ上に形成するための多重露光用のマスクパターンであって、1回の露光で前記レジストパターンを形成する際に使用される設計上のマスクパターンの開口パターンの幅が遮光パターンの幅より小さい場合に使用され、多重露光用のマスクパターンは、前記設計上のマスクパターンと同一のパターンピッチを有し、かつ開口パターンの幅が遮光パターンの幅より大きいことを特徴とするマスクパターン。

【請求項 2】 開口パターンが、位相シフトとなるハーフトーンマスクまたはレベンソンマスクを用いて形成される請求項 1 に記載のマスクパターン。

【請求項 3】 遮光パターンが、クロムであるバイナリマスクを用いて形成される請求項 1 に記載のマスクパターン。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の多重露光用のマスクパターンを用いて、多重露光で同一のパターンピッチを有するレジストパターンを半導体ウェハ上に形成するに際し、前記マスクパターンを用いたレジストへの露光工程と、半導体ウェハまたはマスクパターンの微量移動工程とを複数回行い、次いで多重露光されたレジストの領域を現像で除去することにより、前記パターンピッチのレジストパターンを形成するレジストパターンの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、マスクパターンおよびそれを用いたレジストパターンの形成方法に関し、より詳細には、ウェハへの露光転写時のマスク CD (Critical dimension: 最小寸法) のバラツキの増幅率を低減し、レジストパターンの形成におけるレジスト CD の精度の向上に寄与するマスクパターンおよびそれを用いたレジストパターンの形成方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、レジストパターンの微細化は、光リソグラフィ技術の進展によるところが大きく、それは主に露光光の短波長化によりもたらされてきた。図1に示すように、0.25 μ m世代(加工寸法250nm)までは、加工寸法は露光波長と同等もしくはそれ以上に設定されるのが一般的であった。

【0003】

しかし、露光装置の価格の高騰及び短波長化以外の微細化および超解像技術、例えば、スキャナ露光技術、照明形状技術、超解像マスク技術等の進展により、現在は露光波長を維持したままで加工寸法を微細化する傾向にあり、0.18 μ m世代からは、加工寸法が露光波長(KrFエキシマレーザ：248nm)を下回るといふ逆転現象が出てきた。このような加工寸法のさらなる微細化に対応するために、レジストパターンの形成において様々な技術が開発されている。

【0004】

特開平3-201422号公報には、レチクル上の二種のパターンをウェハ上の同一位置に転写することによりホールパターンの配置位置により発生する寸法差を調整するという方法が開示されている。

特開平4-267537号公報には、二重露光による位相シフトマスクのシフトエッジの転写防止方法および微量ウェハを移動し二回露光することにより前記レジストスリットを消去する方法が開示されている。

特開平4-273427号公報および 特開平4-355910号公報には、二枚のマスクを使用した二回露光により孤立パターンの焦点深度を向上する手法が開示されている。つまり、一枚目のマスクで孤立パターンを含む繰り返しパターンを転写し、続いて孤立パターン以外の不要パターンを二枚目のマスクにより露光して削除するという手法である。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

露光波長以下の加工寸法を実現する光リソグラフィでは、前記のような多様な超解像技術が駆使されているが、従来の露光波長以上の寸法を加工していた光

リソグラフィにおいては発生していなかった幾つかの問題が発生している。その中で最も深刻な問題となるのが、MEEF(Mask Error Enhancement Factor)の悪化である。

MEEFはウェハ上におけるレジスト寸法の変動量をマスク寸法(1倍の換算値)の変動量で除した数値であり、結果的にマスク寸法のばらつきがウェハ上のレジスト寸法のばらつきに対応する増幅率を示す指標として利用されている。

【0006】

図2は、マスクCDの実測値とウェハ上のレジスト寸法との関係を示すグラフである。図2(a)はライン系の孤立パターン(ライン幅目標値180nm)における特性、図2(b)はラインとスペースの繰り返しパターン(ライン/スペース間隔目標値180nm)における特性を示す。図2中の細線1, 3は、従来の露光波長以上の寸法加工の場合を示し、図2中の太線2, 4は、近年の露光波長以下の寸法加工の場合を示す。

【0007】

MEEFは、その定義から図2の各特性ラインの傾きに対応する。従来の露光波長以上の寸法を加工していた光リソグラフィではMEEFが基本的に1.0(図2(a)の細線1及び図2(b)の細線3)である。この場合、マスクパターンの寸法ばらつきを縮小投影系の倍率で除した値がウェハ上におけるレジストパターンの寸法のばらつきとなっている。

【0008】

しかし、露光波長以下の加工寸法を実現する光リソグラフィ(図2(a)の太線2及び図2(b)の太線4)では、MEEFが1.5~4と増大するため、マスク寸法のばらつき(1倍の換算値)が1.5~4倍に増幅されてウェハ上のレジストパターンに転写される。なお、上記のMEEFが1.5~4と広い範囲にあるのは、MEEFがパターンサイズ・ピッチ、レイアウト、形状に依存するからである。

【0009】

図2(a)のライン系の孤立パターンでは、スペースサイズ(露光光が通過する領域)が一定的と考えられるので、回折光の状態が安定的であるため、つまり

、回折角の変動が小さいので、MEEFの値は1.0に近似することがわかる。

【0010】

一方、図2(b)のライン/スペースの繰り返しパターンでは、太線4の傾きが図2(a)の太線2の傾きと比較して大きくなっていることが分かる。つまり、スペースサイズが波長と比較して小さいために、スペースサイズの変化に対して回折角の変動が大きく、結果的にMEEFの値が悪化することが分かる。これは、スペースサイズが小さい程、回折角が光学的に大きくなることから、リソグラフィにおいて転写リニアリティが劣化した状態にあると理解される。

【0011】

以上のように、MEEFの値は、マスクパターンの寸法のばらつきから最終的なウェハ上のレジスト寸法ばらつきを決定する係数(寸法ばらつきの増幅率)となる。

近年、露光波長以下の加工寸法を実現する光リソグラフィではこのMEEFの値を低減することが重要な課題となっている。

【0012】

この発明は、前記の問題点に鑑みてなされたものであり、MEEFの値を低減し、それによってウェハ上のレジスト寸法のばらつきを低減するレジストパターンの形成方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

この発明によれば、多重露光で同一のパターンピッチを有するレジストパターンを半導体ウェハ上に形成するための多重露光用のマスクパターンであって、1回の露光で前記レジストパターンを形成する際に使用される設計上のマスクパターンの開口パターンの幅が遮光パターンの幅より小さい場合に使用され、多重露光用のマスクパターンは、前記設計上のマスクパターンと同一のパターンピッチを有し、かつ開口パターンの幅が遮光パターンの幅より大きいことを特徴とするマスクパターンが提供される。

さらにこの発明によれば、多重露光用のマスクパターンを用いて、多重露光で同一のパターンピッチを有するレジストパターンを半導体ウェハ上に形成するに

際し、前記マスクパターンを用いたレジストへの露光工程と、半導体ウェハまたはマスクパターンの微量移動工程とを複数回行い、次いで多重露光されたレジストの領域を現像で除去することにより、前記パターンピッチのレジストパターンを形成するレジストパターンの形成方法が提供される。

【0014】

すなわち、この発明のマスクパターンは、ウェハ上のレジスト(スペース)パターンと比較してマスクパターンの透過部を大きくとれるので、露光波長以下のフォトリソグラフィにおいてMEEFの値を大幅に低減することができる。

さらに、この発明のレジストパターンの形成方法では、前記マスクパターンを用いて多重露光を行うに際し、この多重露光はアンダー露光による転写シフトではなく、多重露光部は適正露光量となるため、露光マージンの劣化をきたすことがない。

この発明のマスクパターンおよびこのマスクパターンを用いて半導体ウェハの多重露光を行うレジストパターンの形成方法により、従来の装置を適用しながら転写シフトなしに、MEEFが低くかつ解像性能が良好なレジストパターンを形成することができる。

【0015】

この発明によるマスクパターンは、クロム等の金属やシリコンなどを材料として構成することができる。

マスクパターンを構成する開口パターンは、位相シフトとなるハーフトーンマスクまたはレベンソンマスクを用いて形成されるので、転写時の光コントラストが向上し、これに伴ってMEEFの値も低減される。

マスクパターンを構成する遮光パターンが、クロムであるバイナリマスクを用いて形成されるので、転写時の光コントラストが向上し、これに伴ってMEEFの値も低減される。

【0016】

この発明における「設計上のマスクパターンの開口パターンの幅が遮光パターンの幅より小さい場合」とは、開口パターンの幅(ライン幅)が、遮光パターンの幅(スペース幅)に対して100%未満の範囲にある場合を意味する。

この発明のマスクパターンにおける「開口パターンの幅が遮光パターンの幅より大きい」とは、開口パターンの幅（ライン幅）が、遮光パターンの幅（スペース幅）に対して100%を超える範囲にある場合を意味する。

この発明における「半導体ウェハまたはマスクパターンの微量移動工程」とは、半導体ウェハおよびマスクパターンのいずれか一方を、固定された他方に対して移動させるか、上記の双方をそれぞれが異なる移動量で移動させる工程を意味する。この移動工程における移動方向は、パターンのピッチ方向である。また、「微量」の移動距離は、開口パターンの幅（ライン幅）の100%未満の移動距離を意味する。半導体ウェハまたはマスクパターンの微量移動距離は、露光の回数に相関して決定される。

【0017】

この発明に至る発明者らのアプローチについて説明する。

露光波長以下の加工寸法を実現する光リソグラフィでは、前記MEEFの値を低減する方法として、いくつかの手法が開発されている。

一般的手法としては、光コントラストそのものを向上する、いわゆる超解像マスクの改良が考えられる。同一露光波長による転写の場合、マスク性能(光コントラスト)が向上するとMEEFの値も低減される。マスクタイプとしては、クロムマスク→ハーフトーンマスク→レベンソン型位相シフトマスクの順に転写時の光コントラストが向上し、これに伴ってMEEFの値も低減されることが知られている。

【0018】

発明者らは、MEEFの低減方法として、マスクパターン及び転写されるウェハ上のレジストパターンの白黒比(同一パターンピッチでの開口部/遮光部の比率)の依存性に注目し、これを検討した。

なお、以下の考察では、マスクパターンとウェハ上のレジストパターンの白黒比は、常に一致しているものとし、全ての評価においてポジレジストを用いて行った。また、露光はKrFエキシマレーザー(248nm)を用い、マスクは、ハーフトーンマスクとレベンソンマスクの2タイプを評価した。

【0019】

まず、ハーフトーンマスクとレベンソンマスクの特性を検討した。

ハーフトーンマスクとレベンソンマスクは共に位相シフト法を用いたマスクであり、位相シフトマスクとは露光光の位相を180度反転する位相シフトのパターンをマスクパターンに用いたフォトマスクである。これによりマスクを通過する光の位相を0度と180度の位相に制御し、0度と180度の光の干渉を利用してウェハ上の解像力の向上を図ることができる。

位相シフトは半透明膜を置くか、または石英基板を掘り込んで形成される。ハーフトーンマスクは半透明膜を有するマスクであり、レベンソンマスクは石英基板を彫り込んだマスクである。

【0020】

図3は、ピッチ340nmのラインパターンを用いた場合のハーフトーンおよびレベンソンの各マスクについて、それぞれのマスクCDに対するMEEFの特性を示すグラフである。図3では、KrFエキシマレーザを光源としたハーフトーンマスクの特性を破線5（KrF-HT）で表し、レベンソンマスクの特性を実線6（Levenson）で表している。

一般的に、レベンソンマスクは位相シフトを介しても光強度は低下しないため、干渉効果も大きく微細加工に適しているが、干渉効果を得るには固定パターンである必要があり、ハーフトーンマスクはランダムパターンを形成可能であるが、半透明の位相フィルタを介するため、光強度は低下し、干渉効果も小さいという特徴を有する。

【0021】

図4は、パターンピッチを固定しマスクパターンの白黒比を変化させる場合を説明する図である。

図4に示すように、黒幅(遮光部であって、図3のグラフ中のX軸に対応する)が大きくなると、MEEFの値が急激に大きくなる。つまり、白幅(開口部)が大きくなるとMEEFの値がかなり低減されることがわかる。これはマスク上の開口部を大きくとれると露光光の回折角の拡大が抑制され、それによって開口サイズの変動に対する透過光強度の変動が小さくなるためと考えられる。この現象はマスクタイプによらず、同様の挙動を示す傾向にある。

【0022】

図5は、狭いレジストスペースパターンを形成する工程を、(a)ポジレジスト用マスクを用いた場合および(b)ネガレジスト用マスクを用いた場合の各場合について説明する断面図である。

図中において、7はマスクの石英基板、8は遮光パターン、11はウェハ基板である。遮光パターン8は、クロム、MoSiO₂等のハーフトーン膜などから構成される。

図5 (a) はポジレジスト9を形成するためにポジレジスト用マスクを用いた場合、図5 (b) は9と同じ形状のネガレジスト10を形成するためにネガレジスト用マスクを用いた場合を示している。

図5から明らかなように、同じスペースで同じ形状のレジスト9あるいは10を形成してもネガレジスト用マスクを用いた(b)の方が開口サイズは大きくなる。

【0023】

図5に示すように、スペースの狭いレジストパターンを得ることを想定した場合、前記したように理論上はマスクパターンの開口サイズが大きくとれる程、MEEFは低減される。つまり、MEEFを向上させる観点からはネガレジストを採用することが有利になると考えられる。

【0024】

図6は、X軸方向にマスクCDの変動値(Mask Bias)、Y軸方向に形成されるレジストサイズをとり、ポジレジスト及びネガレジストを用いた各場合の特性をプロットしたものである。

この条件として、ポジレジストおよびネガレジストは共にハーフトーンマスクを用い、ピッチを340nmとしてポジレジスト用のマスクCD(黒幅)が200nm(白幅140nm)、ネガレジスト用のマスクCD(黒幅)が140nm(白幅200nm)とした。

このようにマスクパターンの白黒比を反転しレジストをポジ型からネガ型に変更することによりMEEFの値が低減されることを確認した。

すなわち、ポジレジストを用いた場合(グラフのライン12)のMEEF=5

0 から、ネガレジストを用いた場合（グラフのライン 13）は、 $MEF = 2$ まで低減している。

【0025】

図3のポジレジストによる同一寸法マスクの評価と比較すると、MEEFの値の低減効果は小さい。すなわち、MEEF値は、図3のネガレジスト+ハーフトーンマスク=1.7に対して、図6のネガレジスト+ハーフトーンマスク=2.2となる。これはレジスト性能に起因していると推定される。

【0026】

図7は、X軸方向にDose Error(露光量の誤差)、Y軸方向にDOF(Depth of Focus : 焦点深度)をとり、レジストCDの変動が許容範囲内となる光源の焦点からの位置の変動幅を、ポジレジストおよびネガレジストを用いた各場合に ついてプロットしたものである。

しかし、図7に示すように、DOFマージンを評価したところ、ネガレジストを用いた場合の性能は、ポジレジストを使用した際と比較して劣化している。すなわち、DOFの値が大きい程、焦点距離に対するマージンが大きいことがわかる。

図7においてDOFの観点からは、ネガレジスト（グラフのライン15）よりポジレジスト（グラフのライン14）の方が優位であることがわかる。これは、MEEF値は光学的品質の改善により低減されたが、DOFはレジストの解像性能に左右されるので、レジスト性能の差によりネガレジストでDOFが劣化したと考えられる。

【0027】

市販レジストの解像性能は圧倒的にポジ型が優位である現状から、ポジ型レジストを使用しかつMEEFを低減することは、フォトリソグラフィ技術として有意である。前記の図3において、マスクパターンの開口部比率よりウェハ上のレジストスペース比率を小さくして転写すると、MEEFは低減する方向に作用する。しかし、この場合にはジャスト露光に対して基本的にアンダー露光になるため、転写シフト量を大きく取るほど露光量マージンが大幅に低下することを考慮する必要がある。

【0028】

かくして発明者らは、マスクパターンおよびこれを用いたレジストパターンの形成方法とからなるこの発明を見出すに至った。

すなわち、この発明の多重露光用のマスクパターンの設計においては、前記の考察および実験結果より、マスクパターンの開口部(透過部)を大きくとることにより、MEEFを低減することができることが明らかになった。この場合、パターンが形成されたマスクは、隣接するパターンと分離解像するというのが制約条件となる。

【0029】

次に、このマスクパターンを用いて多重露、すなわち、少なくとも二回の露光を行う。露光シーケンスとしては、一回目の露光でハーフ露光を行い、次いで半導体ウェハまたはマスクパターンを微量移動し二回目のハーフ露光を行う。ポジ型レジストの場合、一回目及び二回目の露光が重なった領域、つまりウェハの移動量がウェハ上のレジスト感光領域としてパターンが形成される。

【0030】

この際、ウェハ上に形成される感光領域(レジストスペースパターン)と比較し、マスク上の開口部ははるかに大きくとることが可能であり、理論的にMEFを大幅に低減することが可能である。また、アンダー露光による転写シフトではなく、あくまで二重露光部は適正露光量であるため、露光マージンの劣化をきたすことがない。

このように、この発明では、1枚のマスクによって多重露光部のパターン形成を行うことができる。

なお、前記した公報を含む先行技術は、ウェハの位置をシフトせずにウェハ上の同一位置に転写する点や、寸法補正を目的としたマスク設計が行われていない点あるいは、ウェハの移動量の設定等において、この発明との相違点が多々ある。

【0031】**【発明の実施の形態】**

以下、この発明の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、

これによって、この発明が限定されるものではない。

【0032】

図8は、この発明のマスクパターンを説明するためのマスクパターンの一例を示す平面図である。

なお、以下では、位相シフトマスクによる1枚マスクの同一パターンを用い、半導体ウェハの移動によりレジストパターンを形成する一例を示す。

図8において、図8(a)のマスクパターン16は、ライン幅aが大きく、かつスペース幅bが狭いという特長を有する設計上のマスクパターンである。設計上のマスクパターン16に基づいてレジストパターンをウェハ上に得るためには、転写シフトゼロ、つまり、アンダー露光による露光マージンの劣化がないことを前提とした場合、白黒比（透過部/遮光部）が同一比率のマスクを作成する必要がある。

【0033】

この発明の多重露光用のマスクパターンの形成方法を説明する。

図8(a)の設計上のマスクパターン16のピッチを変えずに、そのライン幅aを図8(b)に示すように、ライン幅cに変更すると、当然、スペース幅dは大きくなる。図8(a)の設計上のマスクパターン16は、このようなパターン変換により、図8(b)に示すような多重露光用のマスクパターン17となる。

【0034】

このように、前記設計上のマスクパターン16と同一のパターンピッチを有し、かつ開口パターンの幅が遮光パターンの幅より大きいことを特徴とするマスクパターン17は、MEEFの値を低減することができる。具体的には、前記した図3のポジレジストとハーフトーンマスクの組み合わせによる評価結果に示されている。すなわち、ライン幅をa=200nm(マスクの1倍換算値)から140nmに変更した場合、MEEFの値が5.0から1.7に大幅に低減されることが明らかである。

【0035】

図9は、上記のように形成された多重露光用のマスクパターン17を用いたレジストパターンの形成方法の一例を説明するためのマスクパターン17の平面

図である。

図9を参照しながら、マスクパターン17を用いてウェハ上のポジ型レジストへ露光を行う方法の一例を以下に説明する。

【0036】

まず、マスクパターン17を用いて一回目のハーフ露光を行う。図9(a)に示すように、一回目のハーフ露光により、未露光領域18と、ハーフ露光領域19とが交互に同一ピッチでウェハ上に形成される。

次いで、ウェハをDだけY方向に移動し、二回目のハーフ露光を行う。図8(b)に示すように、二回目のハーフ露光による未露光領域20と、ハーフ露光領域21とが交互に同一ピッチでウェハ上に形成される。

【0037】

この結果、図8(c)に示すように、一回目及び二回目のハーフ露光により、二回露光後の二重露光部以外の領域22(一回露光または未露光部の領域)と二回露光後の二重露光部23とが、交互に同一ピッチでウェハ上に形成される。

つまり、一回目及び二回目の露光が重なった領域、つまりウェハの移動量に相当する領域がウェハ上のレジスト感光領域としてパターンが形成される。

例えば、マスクパターン17のライン幅を140nm、ライン幅のピッチを340nmとした場合、ウェハの移動量Dを140nmに設定することにより、二重露光部23に140nmのレジストパターンが形成される。

【0038】

前記したマスクパターンの形成方法およびそれを用いた露光方法の組み合わせからなるレジストパターンの形成方法により、高解像性能のポジ型レジストを使用しかつ転写シフトを用いることなく、つまり、アンダー露光による露光マージンの劣化を生じることなく、MEEFの値を大幅に低減することができる。

なお、上記の実施の形態では、位相シフトマスクを用いた場合について説明したが、遮光部にクロムを使用したバイナリーマスクを用いた場合においても、前記したマスクパターンの形成方法およびそれを用いた露光方法への適用が

可能であり、同様の効果が得られる。

【0039】

前記の実施の形態に示したように、この発明により、ウェハ上のレジスト(スペース)パターンと比較してマスク上の透過部を大きくとれるので、露光波長以下のフォトリソグラフィにおいてMEEFの値を大幅に低減することができる。

例えば、図3に示したハーフトーンマスク(KrF-HT)の例では、ライン幅を200nm(マスクの1倍換算値)から140nmに変更した場合、MEEFの値が5.0から1.7に大幅に低減される。

【0040】

また、現在最先端(130~100nm世代)の4倍マスクの寸法バラツキ(Max-Min)が20nmとすると、従来のマスクを用いて1回だけ露光する際のMEEF=5.0から、ウェハ上の寸法バラツキは25nm(すなわち、 $5.0 \times 20/4$)となる。

一方、この発明のマスクパターンを用いて(すなわち、透過部拡大マスクを用いて)ウェハの移動による二回露光を行うことにより、MEEF=1.7からウェハ上の寸法のバラツキは8.5nm($=1.7 \times 20/4$)となる。つまり、この発明により、ウェハ上の寸法バラツキはMEEFの値の比率分について低減されることになる。

なお、前記の実施の形態では、多重露光用のマスクパターン17を用いて2回の露光によりレジストパターンを形成したが、露光の回数は2回以上であれば、特に限定されない。

【0041】

【発明の効果】

この発明のマスクパターンは、ウェハ上のレジスト(スペース)パターンと比較してマスクパターンの透過部を大きくとれるので、露光波長以下のフォトリソグラフィにおいてMEEFの値を大幅に低減することができる。

さらに、この発明のレジストパターンの形成方法では、前記マスクパターンを用いて多重露光を行うに際し、この多重露光はアンダー露光による転写シフトではなく、多重露光部は適正露光量となるため、露光マージンの劣化をきた

することがない。

この発明のマスクパターンおよびこのマスクパターンを用いて半導体ウェハの多重露光を行うレジストパターンの形成方法により、従来の装置を適用しながら転写シフトなしに、MEEFが低くかつ解像性能が良好なレジストパターンを形成することができる。したがって、

マスク上の寸法バラツキのウェハ上への転写を最小限に抑えることができ、結果的にウェハ上の寸法バラツキを低減することができる。これにより、LSIチップの製造において高歩留りを確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

加工寸法と露光波長の関係を示すグラフである。

【図 2】

180nmのパターンを転写する際の(a)孤立ライン系および(b)ラインアンドスペース系におけるそれぞれのMEEFを示すグラフである。

【図 3】

MEEFのマスクCD依存性を示すグラフである。

【図 4】

パターンピッチを固定しマスクパターンの白黒比を変化させる場合の黒幅の変化を説明する図である。

【図 5】

狭いレジストスペースパターンを形成する工程を、(a)ポジレジストおよび(b)ネガレジストの各場合について説明する断面図である。

【図 6】

ネガレジスト適用の場合のMEEFの評価結果を示すグラフである。

【図 7】

ネガレジスト適用の場合のED-Treeの評価結果を示すグラフである。

【図 8】

この発明によるマスクパターンの形成方法を説明する平面図である。

【図 9】

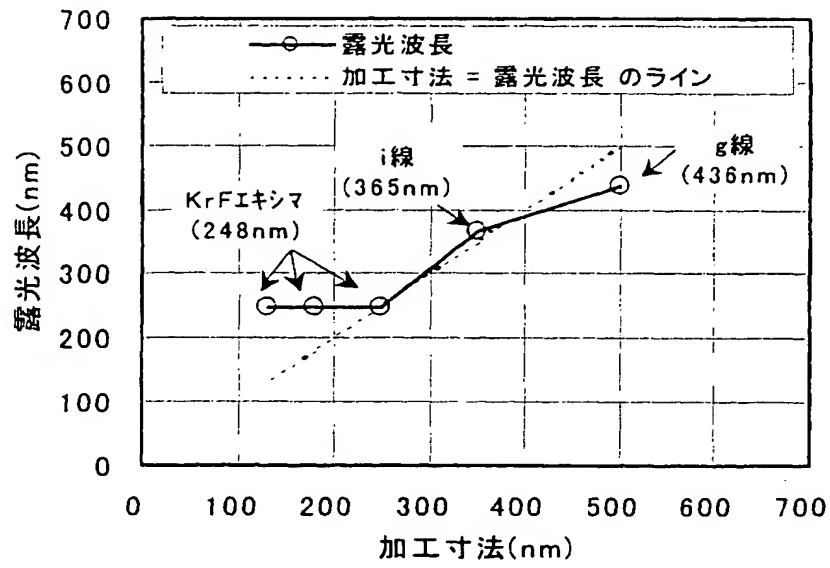
この発明による露光方法を説明する平面図である。

【符号の説明】

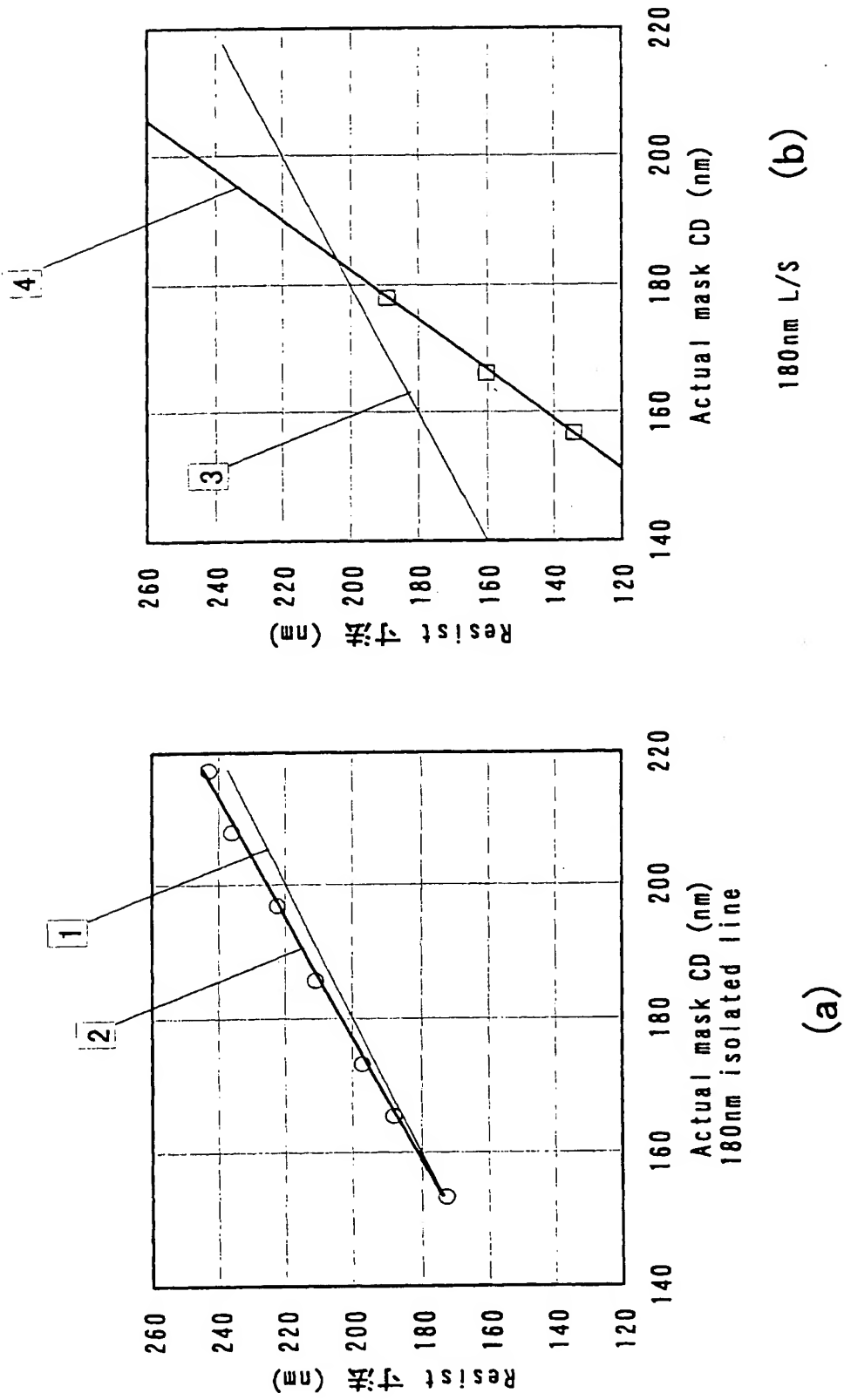
- 1 MEEF=1.0となるグラフ上のライン
- 2 180nm孤立ラインの転写実験結果を示すグラフ上のライン
- 3 MEEF=1.0となるグラフ上のライン
- 4 180nmラインアンドスペースの転写実験結果を示すグラフ上のライン
- 5 ポジレジストとKrFハーフトーンマスクの組み合わせでのマスク寸法とMEEFの相関関係を示すグラフ上のライン
- 6 ポジレジストとKrFレベンソンマスクの組み合わせでのマスク寸法とMEEFの相関関係を示すグラフ上のライン
- 7 石英基板
- 8 遮光パターン
- 9 ポジレジスト
- 10 ネガレジスト
- 11 ウェハ基板
- 12 ポジレジストとKrFハーフトーンマスク (CD200nm)の組み合わせにおけるMEEF
- 13 ネガレジストとKrFハーフトーンマスク (CD140nm)の組み合わせにおけるMEEF
- 14 ポジレジストのEDウインドウのライン
- 15 ネガレジストのEDウインドウのライン
- 16 設計上のマスクパターン
- 17 多重露光用のマスクパターン
- 18 1回目の未露光部
- 19 1回目のハーフ露光部
- 20 2回目の未露光部
- 21 2回目のハーフ露光部
- 22 2回露光後の二重露光部以外の領域 (1回露光または未露光部の領域)
- 23 2回露光後の二重露光部

【書類名】 図面

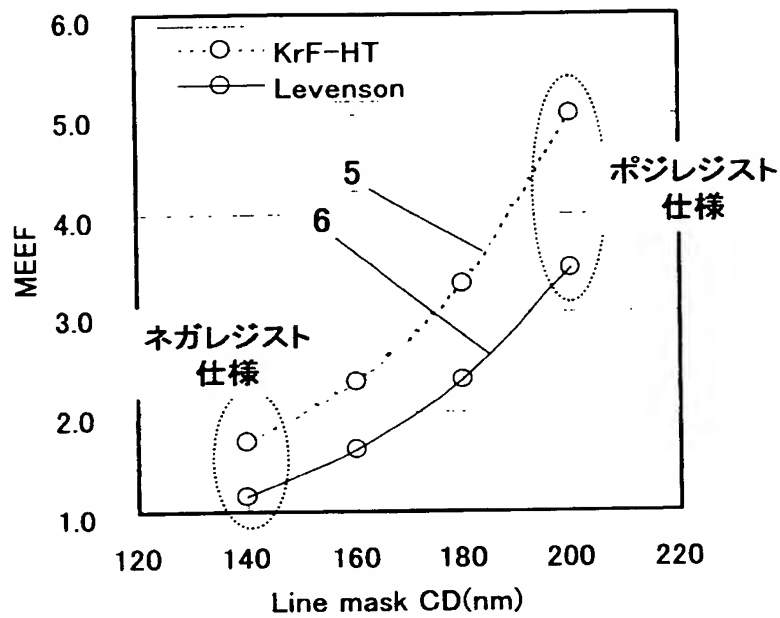
【図 1】



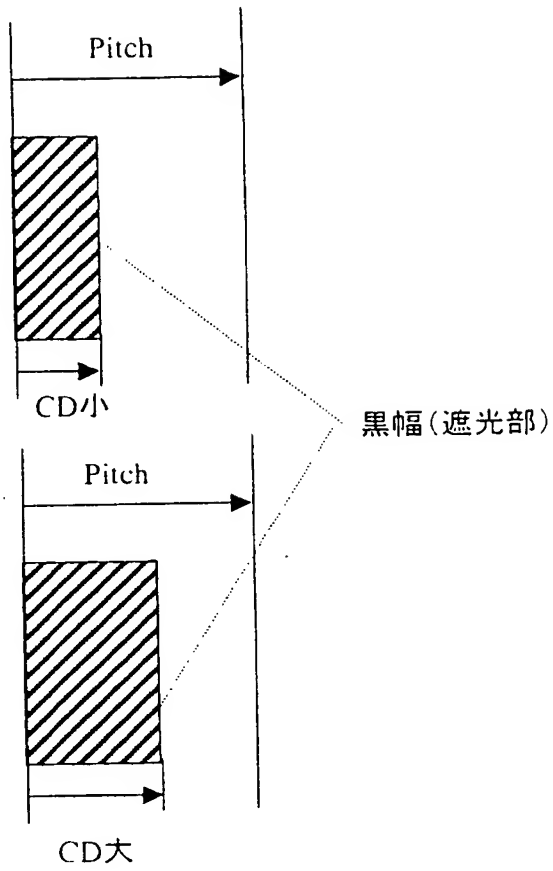
【図 2】



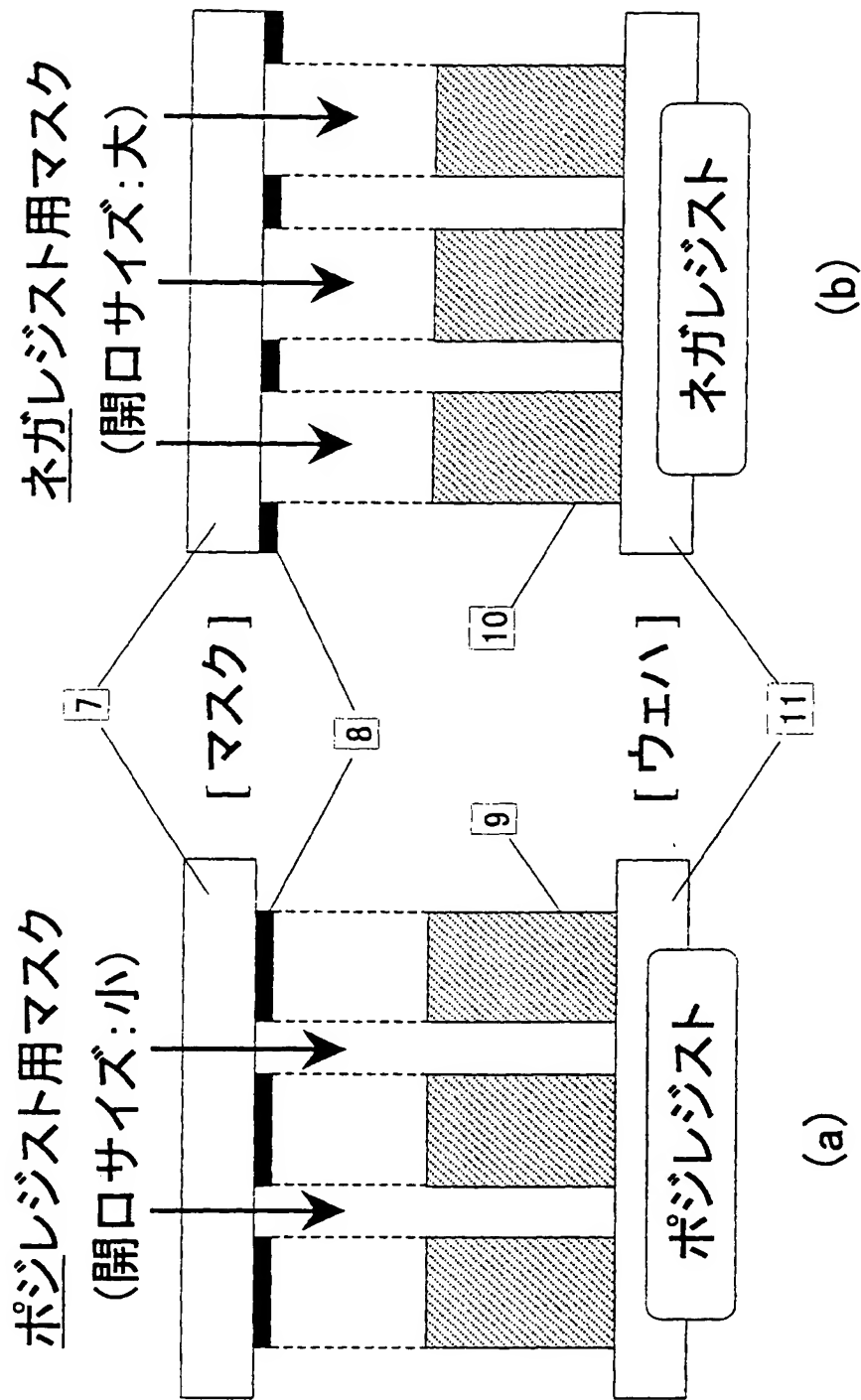
【図 3】



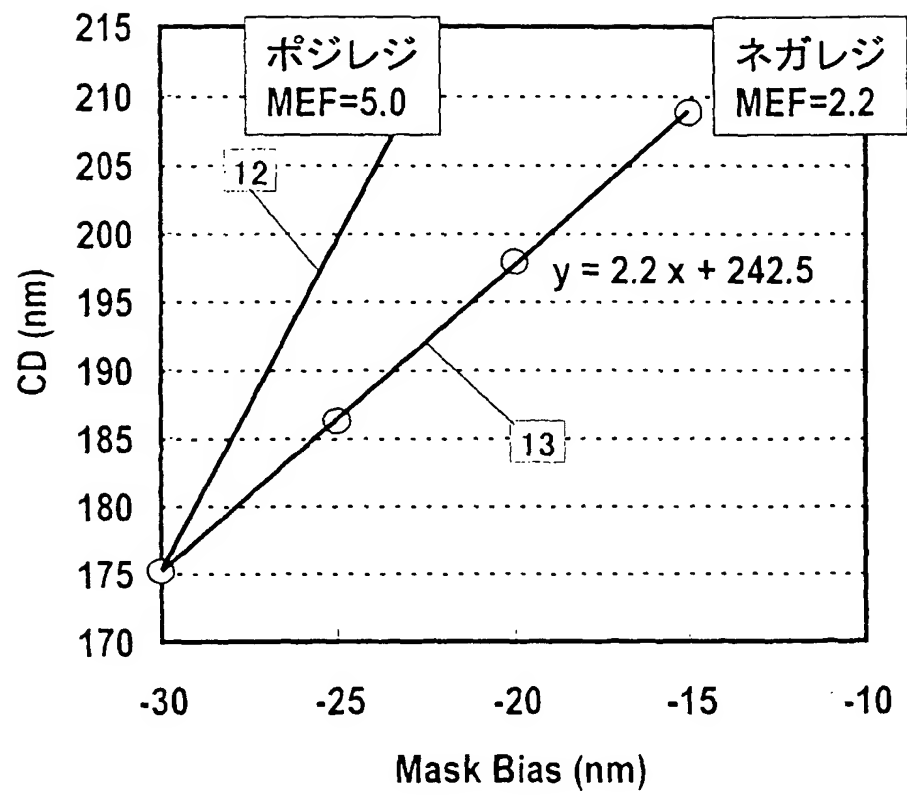
【図 4】



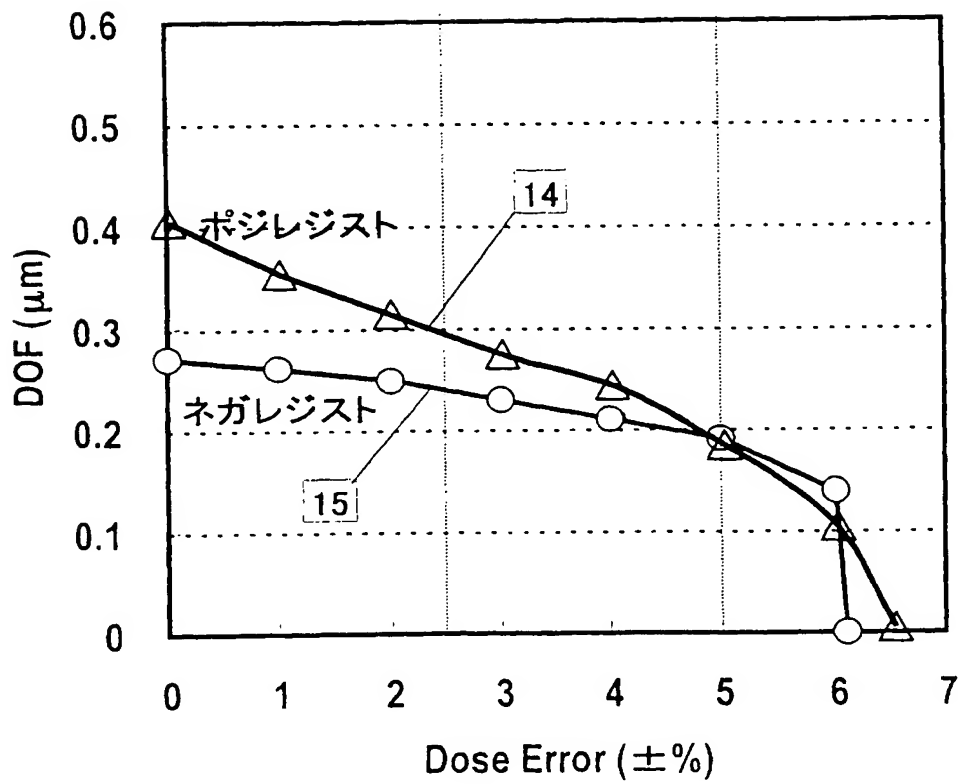
【図 5】



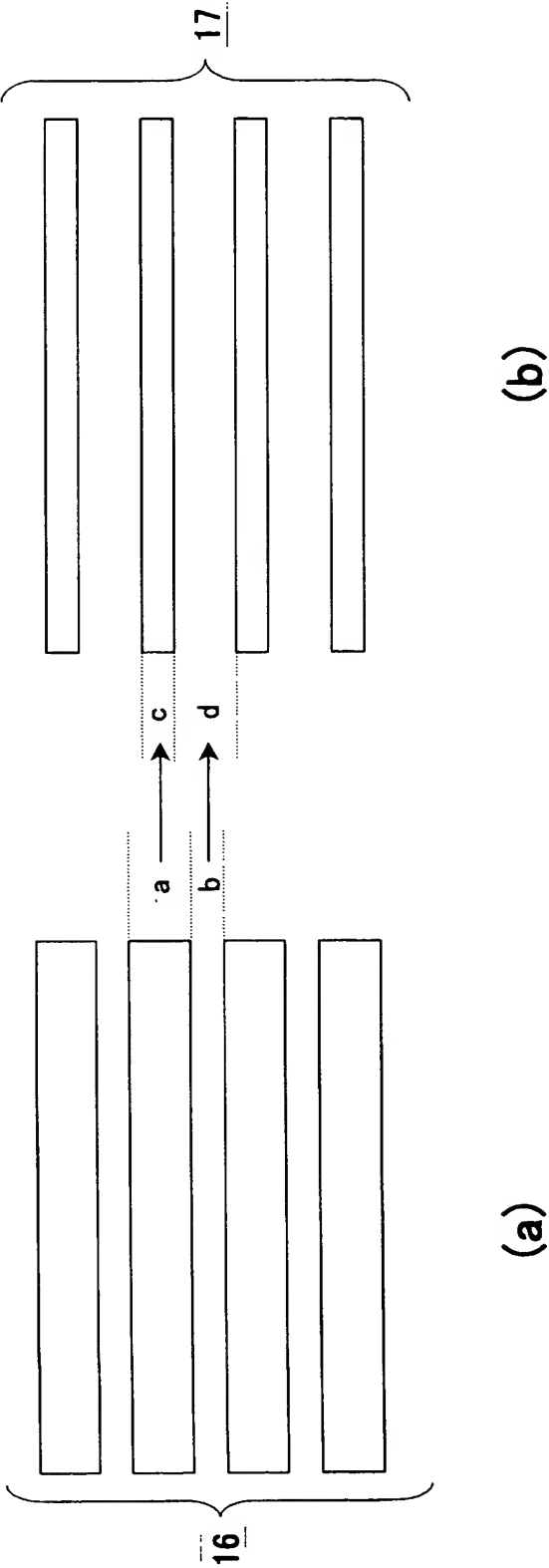
【図 6】



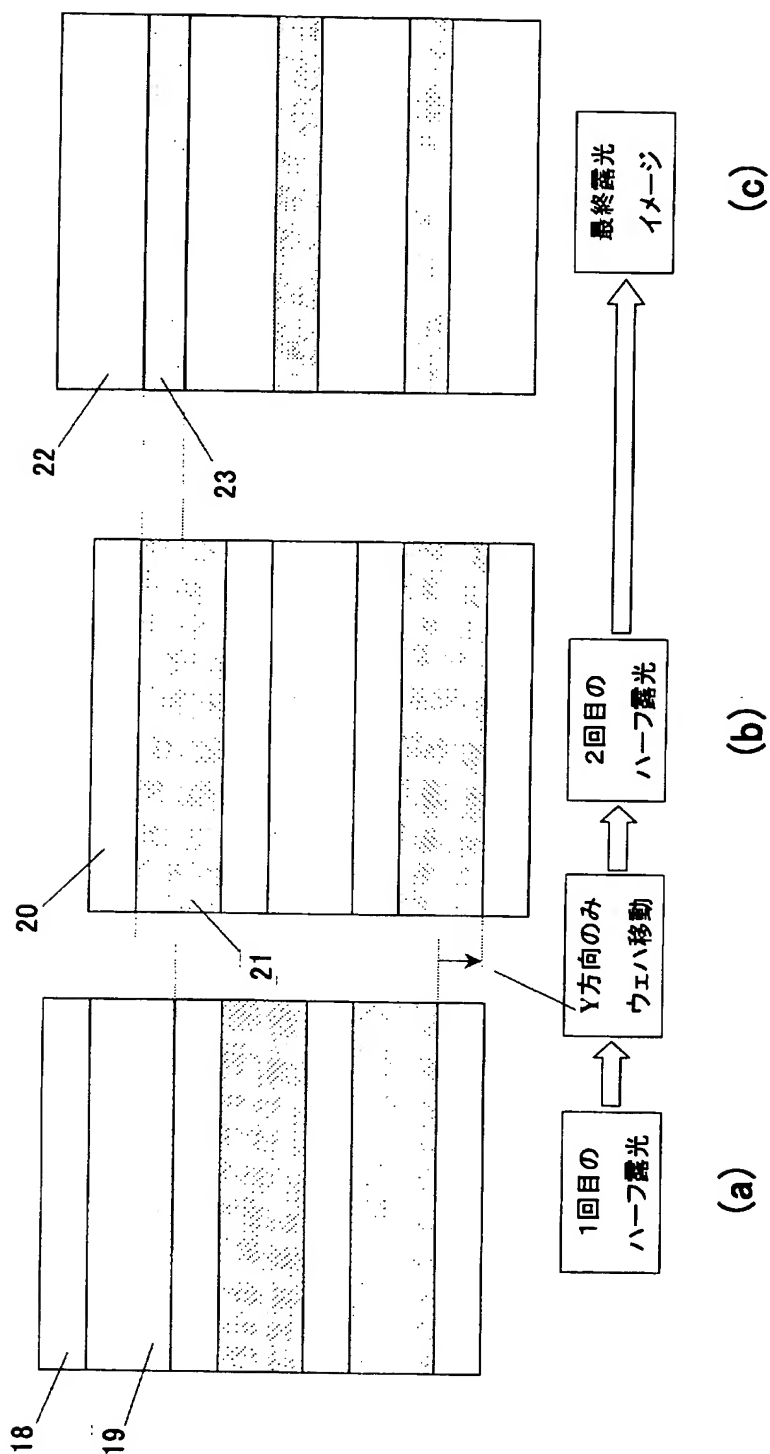
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 MEEFの値を低減し、それによってウェハ上のレジスト寸法のばらつきを低減する。

【解決手段】 多重露光で同一のパターンピッチを有するレジストパターンを半導体ウェハ上に形成するための多重露光用のマスクパターンであって、1回の露光で前記レジストパターンを形成する際に使用される設計上のマスクパターン 1 6 の開口パターンの幅bが遮光パターンの幅aより小さい場合に使用され、多重露光用のマスクパターン 1 7 は、前記設計上のマスクパターン 1 6 と同一のパターンピッチを有し、かつ開口パターンの幅dが遮光パターンの幅cより大きいことを特徴とする。

【選択図】 図 8

特願 2 0 0 2 - 2 2 6 2 7 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

大 阪 府 大 阪 市 阿 倍 野 区 長 池 町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シ ャ ー プ 株 式 会 社